

СИНО

ISSN: 2707-5265

ЕВРАЗИЙСКИЙ НАУЧНО - МЕДИЦИНСКИЙ ЖУРНАЛ

Eurasian Scientific and Medical Journal «Sino»



2026 #2
ТОМ 7 #2

Евразийский научно-медицинский журнал «Сино»

Том 7, № 2, 2026

Eurasian Scientific and Medical Journal «Sino»

Vol. 7, N 2, 2026

ISSN: 2707-5265

Журнал зарегистрирован Министерством культуры
Республики Таджикистан
Свидетельство о регистрации - № 103 от 27.03.2019 г.
Вновь перерегистрирован - № 398 от 24.02.2025 г.

Издание Ассоциации общественного здравоохранения Таджикистана

Основан в 2019 г. Журнал выходит 1 раз в 3 месяца.
Периодичность – 4 номера в год

Сайт журнала:
www.eurasian-journal-sino.tj

Все права защищены. Никакая часть издания
не может быть воспроизведена
без согласия редакции

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов.
Ответственность за содержание рекламных материалов несут
рекламодатели

Адрес редакции журнала:
734018, Таджикистан, г. Душанбе, пр. С. Шерози, 16
Статьи отправить по адресу: sino-journal@mail.ru

Журнал рассчитан на научных работников и преподавателей
медицинских вузов, руководителей учреждений
здравоохранения и практических врачей

Журнал индексируется в Российском индексе
научного цитирования (РИНЦ), Crossref, Science Index

**Евразийский научно-медицинский журнал «Сино» включён
в Перечень ведущих рецензируемых научных изданий
ВАК при Президенте Республики Таджикистан,
рекомендованных для публикаций основных научных
результатов диссертаций на соискание учёных степеней
доктора и кандидата наук**

ISSN: 2707-5265

The journal is registered by the Ministry of Culture
of the Republic of Tajikistan
Certificate of registration - N 103 from 27.03.2019
Re-registered - N 398 from 24.02.2025

Publication of the Public Health Association of Tajikistan

Founded in 2019. The magazine is published once every 3 months.
Frequency - 4 issues per year

Journal website:
www.eurasian-journal-sino.tj

All rights reserved.
No part of the publication may be reproduced without the consent
of the publisher

Editorial opinion may not coincide with the opinion of the authors.
Responsible for the content of advertisements are advertisers

Editorial office address:
734018, Tajikistan, Dushanbe, Ave. S. Sherozi, 16
Articles should be sent to: sino-journal@mail.ru

The journal is intended for researchers and teachers of medical universities,
heads of healthcare institutions and practicing physicians

The journal is indexed in the Russian Science Citation Index (RSCI), Crossref,
Science Index

**The Eurasian Scientific and Medical Journal "Sino" is included
in the List of leading peer-reviewed scientific publications
of the Higher Attestation Commission under the President of
the Republic of Tajikistan, recommended for publication of
the main scientific results of dissertations for the academic
degrees of Doctor and Candidate of Sciences**

DOI: 10.54538/2707-5265-2026-7-2-116-127

Сравнительная характеристика механической прочности и структурных особенностей прецизионного сухожильного шва

Х.Х. Мамадаминова^{1,2}, Г.М. Мухсинзода¹, Х.С. Рахимов², Дж.Э. Эмомализода¹¹Кафедра общей хирургии №2 им. академика Н.У. Усманова ГОУ “Таджикский государственный медицинский университет им. Абуали ибни Сино”,²ГУ “Городская клиническая больница токсикологических болезней и ожоговых травм”, Душанбе, Таджикистан

Цель исследования. Оценить механическую прочность разработанного прецизионного сухожильного шва и провести сравнительный анализ его характеристик с традиционными методами наложения сухожильных швов.

Материалы и методы. В ходе исследования были использованы 12 сухожилий ягнят. На них накладывались три различных вида сухожильных швов: по Bunnell-Cuneo, Розова-Kessler-Tajima и предложенный шов, отличающийся по конструкции и количеству фиксирующих узлов.

Результаты. Получены сравнительные данные о механической прочности предложенного прецизионного сухожильного шва и наиболее часто используемых традиционных методик. Послеоперационный макроскопический анализ позволил определить оптимальный тип шва благодаря минимальной травматичности тканей. Прецизионный сухожильный шов продемонстрировал наилучшие показатели механической устойчивости. Его средняя прочность составила $68,8 \pm 7,2$ Н, что значительно превышает показатели традиционных швов. Шов Bunnell-Cuneo показал прочность $55,5 \pm 3,5$ Н, а шов Розова-Kessler-Tajima — $27,5 \pm 3,0$ Н. Это указывает на более низкую устойчивость к разрыву по сравнению с методом, разработанным авторами.

Заключение. В ходе клинико-экспериментального исследования тракционных испытаний установлено, что прочность шва Bunnell-Cuneo превышала прочность шва Розова-Kessler-Tajima. Оригинальный прецизионный шов сухожилия, созданный авторами, демонстрирует более высокую механическую прочность по сравнению с традиционными методами фиксации. Полученные данные подтверждают эффективность предложенной техники и её потенциал для использования в реконструктивной хирургии кисти.

Ключевые слова:

сухожильный шов, прецизионный шов, шов Bunnell-Cuneo, шов Розова-Kessler-Tajima, сухожилие ягнят, механическая прочность, реконструктивная хирургия кисти

Для цитирования:

Мамадаминова Х.Х., Мухсинзода Г.М., Рахимов Х.С., Эмомализода Дж.Э. Сравнительная характеристика механической прочности и структурных особенностей прецизионного сухожильного шва. Евразийский научно-медицинский журнал «Сино». 2026; 7(2): 116-127. <https://doi.org/10.54538/2707-5265-2026-7-2-116-127>

DOI: 10.54538/2707-5265-2026-7-2-116-127

Comparative characteristics of the mechanical strength and structural features of a precision tendon suture

H.H. Mamadaminova^{1,2}, G.M. Muhsinzoda¹, Kh.S. Rakhimov², J.E. Emomalizoda¹

¹Department of Surgical Diseases N2 named by academician N.U. Usmanov SEI "Avicenna Tajik State Medical University";

²State Institution "City Clinical Hospital of Toxicological Diseases and Burn Injuries", Dushanbe, Tajikistan

Objective: To evaluate the mechanical strength of the developed precision tendon suture and conduct a comparative analysis of its characteristics with traditional methods of applying tendon sutures.

Materials and Methods: Twelve lamb tendons were used in the study. Three different types of tendon sutures were applied: the Bunnell-Cuneo suture, the Rozov-Kessler-Tajima suture, and the proposed suture, which differs in design and the number of fixing knots.

Results: Comparative data on the mechanical strength of the proposed precision tendon suture and the most commonly used traditional techniques were obtained. Postoperative macroscopic analysis allowed us to determine the optimal suture type due to its minimal tissue trauma. The precision tendon suture demonstrated the best mechanical strength. Its average strength was 68.8 ± 7.2 N, significantly exceeding that of traditional sutures. The Bunnell-Cuneo suture demonstrated a strength of 55.5 ± 3.5 N, and the Rozov-Kessler-Tajima suture demonstrated a strength of 27.5 ± 3.0 N. This indicates lower tear resistance compared to the method developed by the authors.

Conclusion: A clinical and experimental study of traction testing revealed that the Bunnell-Cuneo suture was stronger than the Rozov-Kessler-Tajima suture. The authors' original precision tendon suture demonstrates superior mechanical strength compared to traditional fixation methods. The findings confirm the effectiveness of the proposed technique and its potential for use in reconstructive hand surgery.

Key words:

tendon suture, precision suture, Bunnell-Cuneo suture, Rozov-Kessler-Tajima suture, lamb tendon, mechanical strength, reconstructive hand surgery

For citation:

Mamadaminova H.H., Muhsinzoda G.M., Rakhimov Kh.S., Emomalizoda J.E. Comparative characteristics of the mechanical strength and structural features of a precision tendon suture. *Eurasian Scientific and Medical Journal "Sino"*. 2026; 7(2): 116-127. <https://doi.org/10.54538/2707-5265-2026-7-2-116-127>

АКТУАЛЬНОСТЬ

Травматические повреждения сухожилий кисти и пальцев встречаются у 33,2 человек на 100 тысяч населения ежегодно. Примерно половина из этих случаев связана с ранениями сухожилий сгибателей пальцев кисти. У детей подобные травмы случаются реже - 3,6 случаев на 100 тысяч человек в год [1]. В большинстве случаев хирурги кисти достигают положительных результатов благодаря использованию щадящих оперативных методик, качественных шовных материалов и современных методов реабилитации.

Несмотря на существование множества методик сухожильного шва, разнообразие шовного материала и применение микрохирургической техники при реконструкции сухожилий, количество ревизионных вмешательств продолжает расти. Это, в свою очередь, увеличивает сроки временной нетрудоспособности [2].

Высокая распространённость повреждений сухожилий сгибателей, составляющая от 20 до 50% от общего числа травм, в сочетании с особенностями их анатомического строения и окружающих тканей, а также с ошибками в лечении и растущим числом осложнений, выдвигает хирургию сухожилий на одно из ведущих мест среди актуальных проблем восстановительной хирургии и травматологии [3-7].

В существующих требованиях к сухожильному шву недостаточно учитываются анатомо-морфологические особенности сухожилий, сложность их футлярного аппарата, а также необходимость восстановления скользящих свойств и адекватного кровоснабжения [8]. Отдалённые результаты лечения у хирургов кисти остаются неудовлетворительными по ряду причин:

- сложности первичной диагностики;
- значительного числа (до 30 %) пропущенных повреждений сухожилий;
- малого диаметра сухожилий, что исключает применение многониточного сухожильного шва и не позволяет достичь желаемой прочности восстановленного сухожилия.

Наибольшую сложность представляют повреждения сухожилий сгибателей пальцев во второй анатомической зоне. Для этой зоны характерен высокий риск образования рубцов

после хирургической реконструкции, что препятствует нормальному скольжению сухожилий [9].

Sterling Bunell называл эту зону «критической» или «ничейной землёй» (noman's land). Несмотря на фундаментальные исследования биологии сухожильной ткани и опыт существующих методов восстановления поврежденных сухожилий сгибателей пальцев, ключевая проблема кистевой хирургии остаётся нерешённой. Формирование рубцового сращения с окружающими тканями по-прежнему актуально и является одной из главных задач в этой области [10].

В настоящее время применение атравматичных техник наложения швов и прецизионного оборудования позволяет повысить эффективность оперативного лечения повреждений сухожилий.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Оценить механическую прочность разработанного прецизионного сухожильного шва и провести сравнительный анализ его характеристик с традиционными методами наложения сухожильных швов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом исследования служили 12 сухожилий поверхностных и глубоких сгибателей латеральной и медиальной широкой мышц бедра ягнят. Длина каждого сухожилия составляла 8 см, диаметр - 45 мм, а вес - около 10 граммов (рис. 1). В ходе эксперимента на сухожилиях были наложены швы тремя различными методами: Bunnell-Cuneo, Розова-Kessler-Tajima и разработанный прецизионный сухожильный шов. Для сравнения из традиционных классических методов использовались швы по Bunnell-Cuneo и Розова-Kessler-Tajima, которые были применены на 8 образцах сухожилий.

Выбор данных видов сухожильных швов обусловлен их широкой распространённостью в реконструктивных операциях на сухожилиях верхних конечностей. Для выполнения традиционных сухожильных швов используются монофиламентные нейлоновые нити калибра 3/0 с атравматическими иглами, которые обеспечивают минимальное повреждение тканей

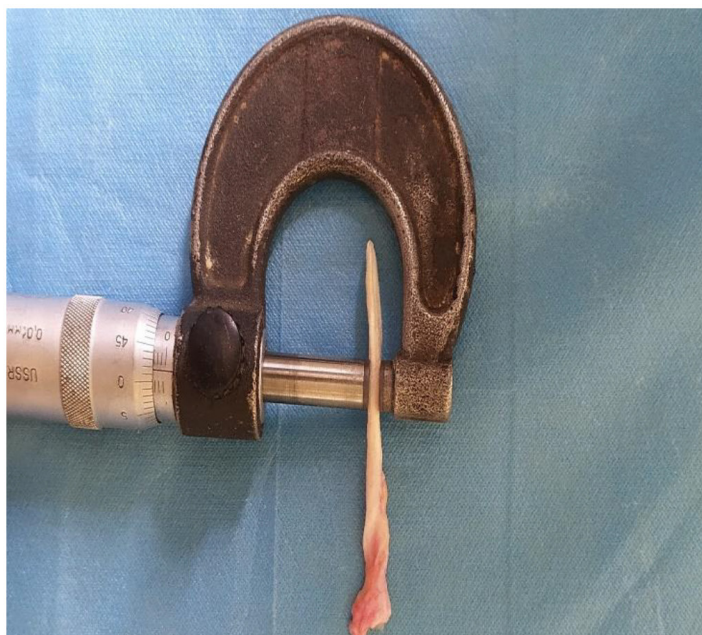


Рис. 1. Определение массы и диаметра образца сухожилия перед экспериментальным исследованием
Fig. 1. Determination of the mass and diameter of the tendon sample before the experimental study



Рис. 2. Сухожилия после различных методов наложения швов:
а) по Bunnell-Cuneo; б) по Розова-Kessler-Tajima
Fig. 2. Tendons after different suturing methods: a) according to Bunnell-Cuneo;
b) according to Rozov-Kessler-Tajima

при наложении шва. Для фиксации и удержания сухожильных концов применяются хирургический пинцет и маленькие зажимы. Прецизионный сухожильный шов накладывался на 4 образцах сухожилий при пятикратном оптическом увеличении с помощью бинокулярной лупы Amtech GL4. В ходе эксперимента использовались стандартные микрохирургические инструменты, а также монофиламентные нейлоновые хирургические нити 3/0 с атравматическими иглами круглого сечения.

В ходе исследований был проведён комплексный анализ техники наложения сухожильного шва (рис. 2), включающий макроскопическую оценку зоны реконструкции и сравнительную анатомо-функциональную характе-

ристику различных видов сухожильных швов.

Все образцы сухожилий подвергались механическим испытаниям на разрыв для определения механических характеристик традиционных методик и их сравнения с показателями прочности разработанного оригинального сухожильного шва. Дистракционное испытание сухожилий проводилось на электромеханической разрывной машине для циклического нагружения модели HY005E с нагрузочной ячейкой 100 Н. Общий вид машины представлен на рисунке 3. Машина позволяет испытывать образцы на растяжение и сжатие в одном направлении. До начала экспериментов образцы хранились в физиологическом растворе при температуре $25 \pm 1^\circ\text{C}$, что, как известно, не ока-



Рис. 3. Общий вид разрывной машины и образцы сухожилия, закреплённые в зажимах
Fig. 3. General view of the tensile testing machine and tendon samples secured in clamps

зывает влияния на их механические свойства. Эксперименты также проводились при температуре $25 \pm 1^\circ\text{C}$.

Определение абсолютной прочности на разрыв исследуемых сухожильных швов проводили при постоянной скорости перемещения переходника, составляющей 1 см/мин.

В ходе эксперимента фиксировали значения прикладываемой нагрузки и удлинений образца.

Экспериментальные значения напряжения в направлении нагружения (σ) подсчитывались по формуле:

$$\sigma = \frac{P}{S}$$

где:

- P - величина прикладываемой нагрузки;
- S - площадь поперечного сечения образца.

В качестве формы поперечного сечения образцов использовался эллипс. С помощью штангенциркуля измеряли большую (a) и малую (b) полуоси эллипса, после чего по известной формуле вычисляли его площадь: $S = \pi ab$, где a и b - большая и малая полуоси эллипса соответственно. В ходе испытаний выполняли фото- и видеофиксацию процесса. В результате эксперимента фиксировали значения прикладываемой нагрузки и удлинений образцов.

Сравнительный анализ и обработку данных выполняли с использованием непараметрического U-теста Манна-Уитни, реализованного в программном пакете Statistica 10. Статистическую значимость различий оценивали при уровне $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе экспериментальных исследований установлено, что шов Бэннеля обеспечивает надёжное и прочное соединение концов сухожилия благодаря высокой устойчивости к разрывным нагрузкам.

Однако техника наложения данного шва сложна и трудоёмка. Это обусловлено:

- значительным количеством вколов и выколов иглы;
- необходимостью часто перехватывать и фиксировать сухожилие пинцетом в процессе проведения иглы с нитью.

Расположение узла в толще сухожильной раны приводит к следующим негативным последствиям:

- нарушается хорошая адаптация сухожильных концов;
- снижается плотность контакта сухожильных волокон;

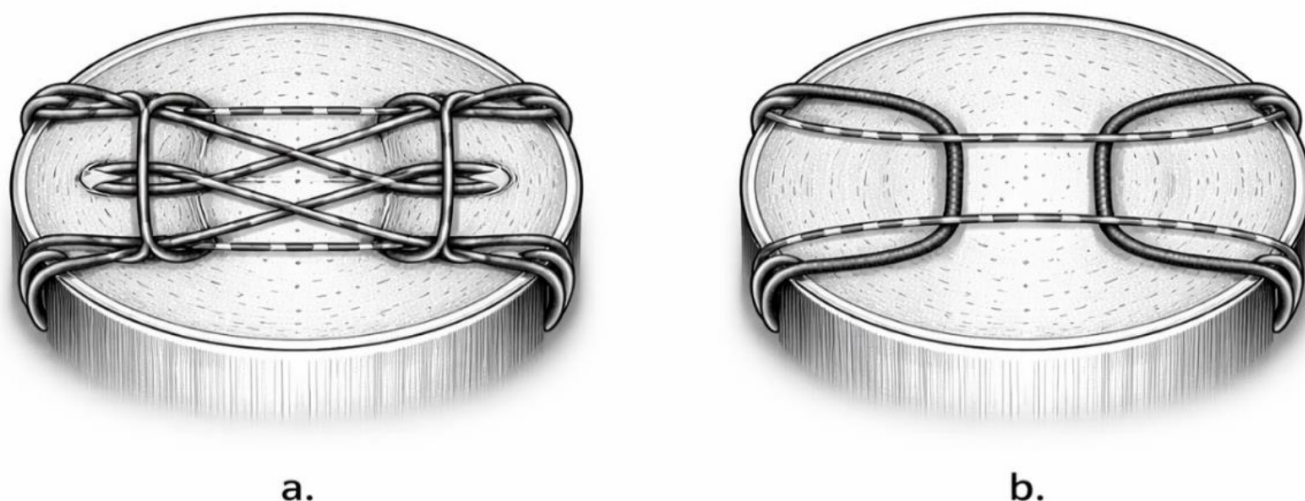


Рис. 4. Изображение внутреннего среза различных традиционных сухожильных швов:

а) шов Bunnell-Cuneo, б) шов Розова-Kessler-Tajima

Fig. 4. Image of the internal section of traditional tendon sutures:

a) Bunnell-Cuneo, b) Rozova-Kessler-Tajima

- ухудшаются морфофункциональные условия для регенерации сухожилия.

При макроскопическом исследовании в зоне сопоставления сухожильных концов выявляется локальное утолщение. Адаптация концов сухожилия оказалась неполной по всей протяжённости наложенного шва. Кроме того, сухожилие имело волнообразную деформацию - это свидетельствует о нарушении анатомии волокон.

При попытке более плотно сопоставить концы сшиваемого сухожилия и увеличить натяжение шовных нитей наблюдается прогрессирующее нарастание деформации сухожильной ткани.

По сравнению со швом Bunnell-Cuneo сухожильный шов Розова-Kessler-Tajima отличается меньшей технической сложностью выполнения и требует меньшего числа вколов и выколов иглы, что снижает травматизацию сухожильных волокон. Нити шва располагаются преимущественно продольно - по ходу сухожильных волокон, благодаря чему предотвращается

развитие выраженной деформации сухожилия. Вместе с тем, несмотря на относительную анатомичность, шов имеет ряд особенностей: петли локализуются на поверхности сухожилия, из-за чего в зоне стыка возникает утолщение. Кроме того, сопоставление концов сухожилия в области контакта остаётся неточным, а также отмечается выступание узлов и лигатур.

Применение разработанного прецизионного шва обеспечивает более точную адаптацию концов сухожилия с помощью оригинальной техники наложения шва. Эта техника включает наложение шва от центра к периферии, что позволяет эффективно сопоставлять концы сухожилия.

Методика формирования шва предусматривала трёхкратное проведение нити через каждый конец сухожилия в продольном и поперечном направлениях по передней и задней поверхностям, что позволяло создать внутриволокнистые и надствольные элементы фиксации. Хирургический фиксирующий узел размещали на внутренней поверхности сухожилия, благо-

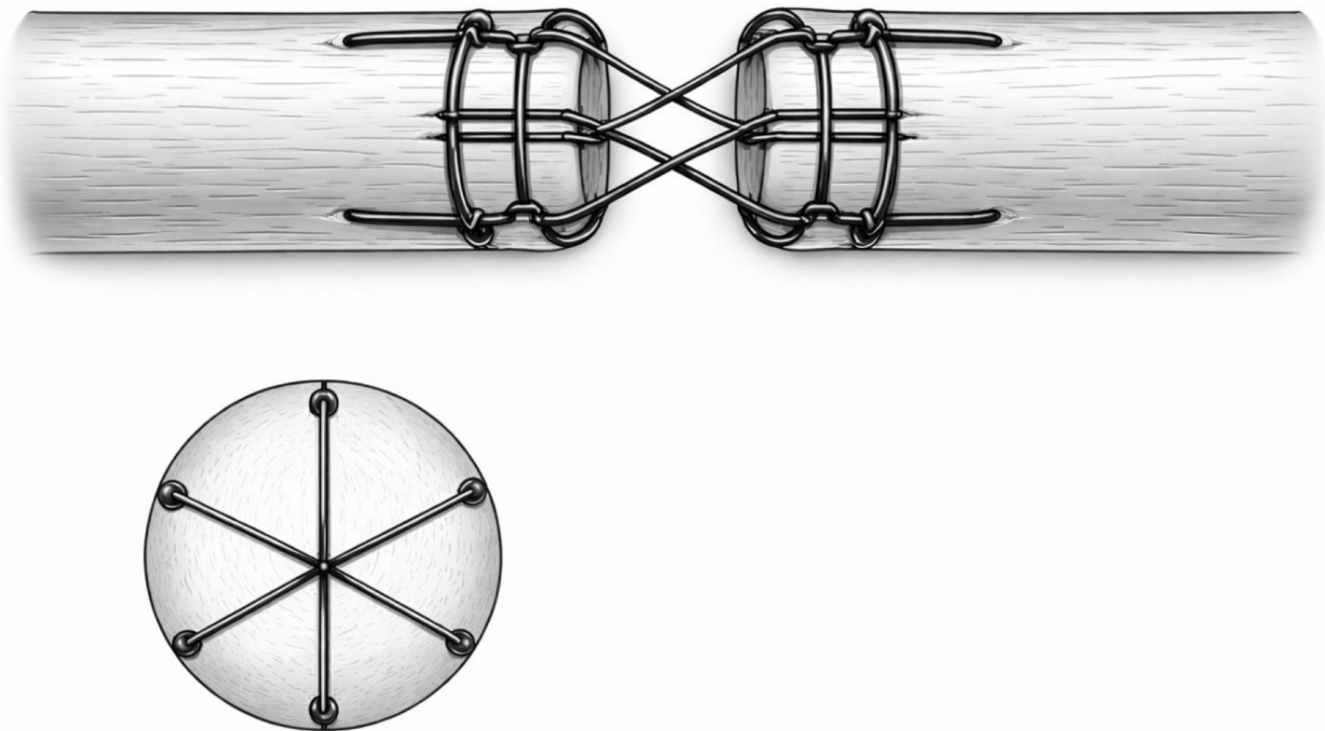


Рис. 5. Схематичное изображение разработанного прецизионного сухожильного шва
Fig. 5. Schematic representation of the developed precision tendon suture

Таблица. Показатели механической прочности сухожильных швов
Table. Indicators of mechanical strength of tendon sutures

Вид шва	Исходные данные	$X \pm Sx$ (Н)	SD(Н)	Значение P
Шов Bunnell-Cuneo	58,52,63,47	55,0 \pm 3,5	7,0	0,001
Шов Розова- Kesslera-Tajima	28,32,19,31	27,5 \pm 3,0	5,9	0,003
Прецизионный шов	76,84,64,51	68,8 \pm 7,2	14,4	0,18

даря чему сохранялись его скользящие свойства в костно-фиброзном канале.

Первый этап выполняли атравматической иглой, отступив примерно 3 мм от поврежденного участка. С внутренней поверхности сухожилия выполняли первый вкол, затем нейлоновую нить 3/0 проводили продольно-поперечно и выводили иглу на боковую поверхность противоположной стороны. Далее нить перемещали в той же плоскости вдоль сухожилия к его противоположному концу, где выполняли второй вкол. Второй вкол производили с наружной поверхности сухожилия на 2–3 мм проксимальнее основной нити. Иглу проводили продольно-поперечно по внутренней поверхности и выводили на той же стороне.

На заключительном этапе третий вкол выполняли по внутренней поверхности противоположного конца сухожилия, завершая проведение иглы выколом в пределах той же поверхности.

Каждый свободный конец нити пропускали через сухожилие противоположного сегмента по аналогичной схеме. В результате нити оказывались как на внутренней, так и на наружной поверхности сухожилия, образуя внутриствольные и надствольные элементы шва. Затем свободные концы нитей сближали и выводили на боковую поверхность сухожилия, где формировали хирургический узел для фиксации. Этот метод был разработан и запатентован в 2023 году (патент № 2201774). Техника обеспечивала надежную фиксацию сухожилия при тракционных испытаниях.

В ходе сравнительного анализа механической прочности сухожильных швов наиболее высокие показатели были зафиксированы для прецизионного предложенного метода шва и метода Bunnell-Cuneo. Наименьшую прочность

продемонстрировал шов Розова-Kessler-Tajima. Результаты дистракционных испытаний, проведенных для оценки механических свойств сухожильных швов, представлены в таблице.

Значимые различия ($p < 0,05$) обнаружены между прецизионным швом и методом Розова-Кесслера-Таджимы, а также между швами Bunnell-Cuneo и Розова-Кесслера-Таджимы. Прецизионный шов и шов Bunnell-Cuneo оказались близки по механической прочности и значительно превосходят метод Розова-Кесслера-Таджимы.

Наибольшая механическая прочность зафиксирована в группе прецизионного шва и составила 68,8 \pm 7,2 Н. При использовании метода Bunnell показатели оказались несколько ниже - 55,0 \pm 3,5 Н. Наименьшая сила разрыва наблюдалась в группе шва Розова-Kessler - 27,5 \pm 3,0 Н.

Задача повышения прочности сухожильного шва остаётся одной из наиболее актуальных проблем современной хирургии кисти, так как механическая устойчивость шва определяет возможность ранней активной реабилитации и снижает риск послеоперационных осложнений.

Исследованию механических свойств сухожильных швов посвящён ряд научных работ. Однако сопоставление полученных результатов затруднено из-за различий в техниках наложения шва. В ранее выполненных исследованиях не оценивалось влияние точной адаптации концов сухожилия на механическую устойчивость шва, что подчёркивает актуальность настоящей работы.

Прецизионный шов продемонстрировал более высокую механическую прочность в сравнении с традиционными методами сшивания. Статистический анализ выявил достоверные

различия:

- между группой прецизионного предложенного шва и швом Розова-Кесслера ($p=0,003$);
- между швом Бэннеля и швом Розова-Кесслера ($p=0,001$).

Однако различия между прецизионным швом и швом Бэннеля не достигли уровня статистической значимости ($p=0,18$).

Общий дисперсионный анализ показал, что различия между методами были статистически значимы ($p=0,007$).

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что многорядные сухожильные швы демонстрируют более высокие показатели прочности в сравнении с традиционными двухрядными методами. Увеличение числа фиксирующих нитей способствует равномерному распределению нагрузки в зоне анастомоза, что снижает вероятность прорезывания нити через ткань сухожилия. Как отмечает Tang J.B. в своих работах, шестирядные конструкции создают оптимальные условия для ранней мобилизации пальцев и кисти [9].

Прецизионный шов обеспечивает более точное сопоставление сухожильных концов и равномерное распределение напряжения в зоне анастомоза, что снижает риск местного повреждения тканей. Метод Bunnell, обладая достаточной прочностью, характеризуется менее равномерным перераспределением усилий, что может ограничивать его функциональные возможности при повышенной нагрузке [11].

Наименьшие показатели прочности отмечены при использовании шва Розова-Kesslera, что, вероятно, связано с меньшим количеством фиксирующих элементов и особенностями распределения напряжения в отдельных участках соединения. Такая конструкция шва может способствовать преждевременному разрушению зоны анастомоза при механическом воздействии.

Как показали экспериментальные исследования, традиционные способы сшивания сухожилия имеют ряд общих недостатков:

1. Узел, расположенный в зоне шва, препятствует плотному контакту концов сшитого сухожилия.
2. Шовный материал местами выступает на поверхности сухожилия, нарушая его скользящие свойства.

3. Не всегда удаётся добиться точной адаптации сшитых концов, что впоследствии приводит к деформации сухожилия в области шва [12].

Мы полагаем, что причиной этих недостатков является неправильная техника наложения шва. По мнению большинства авторов, при использовании традиционных методов сшивания место вкола иглы в сухожилие легко контролировать, тогда как определить место выхода иглы на торцевую часть практически невозможно. Кроме того, направление швов обычно идёт от периферии к центру — это не позволяет добиться правильного положения концов сухожилия без деформаций.

Несостоятельность шва часто возникала из-за прорезывания шовного материала через сухожилие. Узлы в зоне соединения создают участок повышенной нагрузки, становясь функционально уязвимым местом шва. Их следует рассматривать как потенциальную зону риска.

Можно сделать вывод, что соединяющие узлы в зоне напряжения - это слабое место. Их нужно выносить за пределы этой зоны. Некоторые авторы утверждают, что использование современных синтетических нитей с высокой прочностью на растяжение значительно улучшает механические свойства сухожильного шва [13, 14].

При разработке оригинального прецизионного метода шва были учтены указанные недостатки. Существенное отличие предложенной методики заключается в снижении количества свободных нитей на поверхности сухожилий. Непрерывная структура шва повторяет биомеханическую модель хода волокон сухожилий, что равномерно распределяет вектор силы по его поверхности и делает шов более устойчивым.

Снижение количества свободных нитей предупреждает образование спаек, что даёт возможность проводить раннюю активно-пассивную иммобилизацию. Внутривольное и надствольное расположение нитей позволяет добиться точной адаптации концов сухожилия без деформации на протяжении шва. Расположение соединяющего узла не на поверхности сухожилия улучшает его скользящие свойства в костно-фиброзном канале.

При получении экспериментальных результатов необходимо учитывать, что экспериментальные условия не могут полностью воспроизвести биомеханические процессы, происходящие *in vivo*, и биологическое ремоделирование тканей. Кроме того, механические испытания проводились при кратковременной нагрузке, тогда как в практике сухожильный шов подвергается длительным циклическим воздействиям.

Так, проведённое исследование демонстрирует преимущество прецизионного шва по показателям механической прочности и подтверждает его перспективность для применения при реконструкции сухожилий сгибателей пальцев кисти, в том числе в рамках программ ранней функциональной реабилитации пациентов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведённое экспериментальное исследование позволило оценить механическую прочность различных методов сухожильного шва и провести сравнительный анализ их механических характеристик. Полученные результаты подтверждают, что техника наложения шва существенно влияет на механическую устойчивость сухожилия к разрывам. Установлено, что наибольшей прочностью обладает прецизионный шов - это свидетельствует о его высокой механической устойчивости. Метод Bunell продемонстрировал сопоставимые, но несколько более низкие показатели. Наименьшую механическую прочность показал метод шва Розова-Kessler.

Снижение прочности традиционных методов связано с интенсивностью напряжения в области соединения узлов и вероятностью прорезывания шовного материала через ткань сухожилия. Применение прецизионного метода, предусматривающего внутривольное и надствольное расположение нитей в сочетании с дополнительной адаптацией концов сухожилия, позволяет добиться более равномерного распределения напряжения и существенно повысить механическую устойчивость соединения.

БЛАГОДАРНОСТЬ

Авторы выражают признательность Мухаммаду Ахрори, директору лаборатории «Изучение физических свойств металлов и сплавов» ГОУ «Таджикский технический университет им. академика М. Осими» за предоставленную возможность в проведении физико-механических испытаний в рамках данного исследования.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Волкова А.М., Кузнецов Е.В. Современные методы восстановления сухожилий сгибателей пальцев и кисти. Травматология и ортопедия России. 2022;28(3):74-82. Volkova A.M., Kuznetsov E.V. Modern methods of restoration of flexor tendons of the fingers and hand. Traumatology and Orthopedics of Russia. 2022;28(3):74-82.
2. Золотов А.С., Казантаев К.Е., Степанов Н.А. Двухэтапная пластика сухожилий сгибателей пальцев кисти (обзор литературы). Гений ортопедии. 2022;28(4):425-432. <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2022-28-4-425-432>. Zolotov A.S., Kazantaev K.E., Stepanov N.A. Two-stage flexor tendon grafting of the fingers (literature review). Genij Ortopedii. 2022;28(4):425-432. <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2022-28-4-425-432>
3. Петров С.В., Нуров А.А. Результаты ранней активной мобилизации после шва сухожильных сгибателей пальцев и кисти. Гений ортопедии. 2024;30(2):115-121. Petrov S.V., Nurov A.A. Results of early active mobilization after flexor tendon repair of fingers and hand. Genij Ortopedii. 2024;30(2):115-121.
4. Lee J.S., Wong Y.R., Tay S.C. Asymmetric 6-Strand Flexor Tendon Repair - Biomechanical Analysis Using Barbed Suture. J Hand Surg Asian Pac. 2019;24(3):297-302. <https://doi.org/10.1142/S2424835519500371>
5. Каримзаде Г.Д., Маликов М.Х., Хасанов М.А. Одноэтапная реконструкция сухожильных сгибателей пальцев кисти с невротизацией пальцевых нервов при последствиях травм кисти и пальцев. Евразийский научно-медицинский журнал "Сино". 2025;6(1-2):50-52. Karimzade G.D., Malikov M.Kh., Khasanov M.A. One-stage reconstruction of

- flexor tendons of fingers with neurotization of digital nerves in consequences of hand and finger injuries. Eurasian Scientific and Medical Journal "Sino". 2025;6(1-2):50-52.
6. Chuang X.L., Lim Q.R.R., Wong Y.R. Biomechanical Study of Asymmetric Flexor Tendon Repair Using a 6-Strand 4-0 Supramid Suture Versus a 4-Strand 2-0 Tenoflex Suture. *J Hand Surg Asian Pac.* 2022;27(5):792-800. <https://doi.org/10.1142/S2424835522500758>
 7. Наконечный Д.Г., Киселёва А.Н. Эволюция хирургического шва при восстановлении поврежденных сухожилий сгибателей пальцев кисти. *Вестник хирургии им. И.И. Грекова.* 2018;177(6):91–95. <https://doi.org/10.24884/0042-4625-2018-177-6-91-95>. Nakonechnyi D.G., Kiseleva A.N. Evolution of surgical suture in case of repairing the damaged flexor tendons of the fingers. *Vestnik khirurgii named by I. I. Grekov.* 2018;177(6):91–95. <https://doi.org/10.24884/0042-4625-2018-177-6-91-95>
 8. Зенченко А.В., Чернякова Ю.М. Биология срастания, изменения биомеханики и реабилитация после шва сухожилий сгибателей пальцев кисти. *Медицинские новости.* 2020;(10):13-19. Zenchenko A.V., Chernyakova Yu.M. Biology of union, biomechanical changes and rehabilitation after flexor tendon repair of the fingers. *Meditinskije novosti.* 2020;(10):13-19.
 9. Иванов П.А., Сидоров В.Н. Биомеханическая характеристика сухожильных швов при повреждениях кисти. *Вестник хирургии им. И.И. Грекова.* 2023;182(5):56-63. Ivanov P.A., Sidrov V.N. Biomechanical characteristics of tendon sutures in hand injuries. *Grekov Surgery Bulletin.* 2023;182(5):56-63.
 10. Tang J.B. Flexor Tendon Injuries. *Hand Clin.* 2019;35(2):1-12.
 11. Гурьянов А.М., Черняков А.А. Сравнительный анализ функционального состояния кисти после хирургического восстановления сухожилий сгибателей пальцев. *Гений ортопедии.* 2025;29(2):218-225. Guryanov A.M., Chernyakov A.A. Comparative analysis of the functional state of the hand after surgical repair of the flexor tendons of the fingers. *Genij Ortopedii.* 2025;29(2):218-225.
 12. Spark T., Godlwana L., Ntsiea V. et al. Functional Outcomes After Flexor Tendon Repair of the Hand. *S Afr J Physiother.* 2019;75(1):1-7. <https://doi.org/10.4102/sajp.v75i1.693>
 13. Ахмедов Р.Т., Каримов Ф.З. Экспериментальная оценка прочности многорядных сухожильных швов. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова.* 2023;(8):44-49. Akhmedov R.T., Karimov F.Z. Experimental assessment of the strength of multi-row tendon sutures. *Surgery. Journal named after N.I. Pirogov.* 2023;(8):44-49.
 14. Teo S.L., Sarvananthan R., Lim R.Q.R., Wong Y.R. Biomechanical Study of Asymmetric Flexor Tendon Repair Using Three Different Suture Materials. *J Hand Surg Asian Pac.* 2021;26(4):611-617.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Финансовой поддержки не было.

FINANCING

There was no financial support.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

***Мамадаминова Хилола Хамрабаевна** – ассистент кафедры общей хирургии №2 им. академика Н.У. Усманова ГОУ “Таджикский государственный медицинский университет имени Абу-али ибни Сино”, пластический хирург отделения ожоговых больных ГУ “Городская клиническая больница токсикологических болезней и ожоговых травм”, Душанбе, Таджикистан.

E-mail: hilolamamadaminova@gmail.com

https://orcid.org/0000-0003-3668-7441

Мухсинзода Гафур Мухсин – доктор медицинских наук, специалист отдела анализа Министерства здравоохранения и социальной защиты населения Республики Таджикистан, Душанбе, Таджикистан.

E-mail: Gafur.muhsinzoda@gmail.com

https://orcid.org/0000-0002-7095-792X

Рахимов Хакимджон Самадович – пластический хирург отделения ожоговых больных ГУ “Городская клиническая больница токсикологических болезней и ожоговых травм”, Душанбе, Таджикистан.

E-mail: hakimjonrahimov@gmail.com

https://orcid.org/0009-0002-8133-7248

Эмомализода Джамшед Эмомали – кандидат медицинских наук, врач-хирург, директор ГУ “Городская клиническая больница токсикологических болезней и ожоговых травм”, Душанбе, Таджикистан.

E-mail: Majitovjeme@gmail.com

https://orcid.org/0009-0009-7879-203X

***Автор для корреспонденции**

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

***Mamadaminova Hilola Hamrabaevna** – Assistant of the Department of General Surgery N2 SEI “Avicenna Tajik State Medical University”, Plastic Surgeon of the Burn Patient Department, SI “City Clinical Hospital of Toxicological Diseases and Burn Injuries”, Dushanbe, Tajikistan.

E-mail: hilolamamadaminova@gmail.com

https://orcid.org/0000-0003-3668-7441

Muhsinzoda Gafur Muhsin – Doctor of Medical Sciences, Specialist, Analysis Department, Ministry of Health and Social Protection of the Republic of Tajikistan, Dushanbe, Tajikistan.

E-mail: Gafur.muhsinzoda@gmail.com

https://orcid.org/0000-0002-7095-792X

Rahimov Khakimdzon Samadovich – Plastic Surgeon in the Burn Department SI “City Clinical Hospital of Toxicological Diseases and Burn Injuries”, Dushanbe, Tajikistan.

E-mail: hakimjonrahimov@gmail.com

https://orcid.org/0009-0002-8133-7248

Emomalizoda Jamshed Emomali – Candidate of Medical Sciences, Surgeon, Director of the SI “City Clinical Hospital of Toxicological Diseases and Burn Injuries”, Dushanbe, Tajikistan.

E-mail: Majitovjeme@gmail.com

https://orcid.org/0009-0009-7879-203X

***Author for correspondence**